

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra mechanické technologie

Řešení toku materiálu, skladování plechů a uspořádání strojů na pracovišti
Solution Flow of Material, Storage Plates and Arrangement of Machines in the
Workplace

Student:

Filip Vágner

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Vladimíra Schindlerová.

Ostrava 2013

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra mechanické technologie

Zadání bakalářské práce

Student: **Filip Vágner**
Studijní program: B2341 Strojírenství
Studijní obor: 2303R002 Strojírenská technologie
Téma: Řešení toku materiálu, skladování plechů a uspořádání strojů na
pracovišti
Solution Flow of Material, Storage Plates and Arrangement of Machines
in the Workplace

Zásady pro vypracování:

1. Stručný úvod do problematiky.
2. Analýza současného stavu z hlediska materiálového toku, skladování.
3. Vyhodnocení analýzy a stanovení cílů.
4. Návrh řešení.
5. Zhodnocení práce a přínos do praxe.

Seznam doporučené odborné literatury:

LÍBAL, V. a kol. *Organizace a řízení výroby*. ANTL Praha, 1989, ISBN 80-03-00050-5
MUTHER, R., HAGANÄS, K. *Systematické navrhování manipulace s materiálem*. 1. vyd. Praha : SNTL -
Nakladatelství technické literatury, 1973. 129 s.
HLAVENKA, B. *Projektování výrobních systémů: technologické projekty*. 3. vyd. Brno : CERM, 2005.
ISBN 80-214-2871-6
ČSN ISO 690 *Bibliografické citace. Obsah, forma a struktura*. Praha: Český normalizační institut, 1996.
32s.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Vladimíra Schindlerová**

Datum zadání: 14.12.2012

Datum odevzdání: 20.05.2013


prof. Ing. Jiří Hrubý, CSc.
vedoucí katedry




doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě.....16.5.2013.....


.....Filip Vojnar.....

podpis studenta

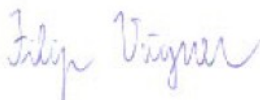
Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na svědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užívat dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě: 16.5.2013


.....
podpis

Jméno a příjmení autora práce:



Adresa trvalého pobytu autora práce:



ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VÁGNER, F. *Řešení toku materiálu, skladování plechů a uspořádání strojů na pracovišti: bakalářská práce*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra mechanické technologie, 2013, 51 s. Vedoucí práce: Schindlerová, V.

Bakalářská práce se zabývá novým návrhem uspořádání strojů a meziskladu plechů na pálcím pracovišti ve firmě PARS NOVA a.s. Cílem práce bylo zlepšit tok materiálu a zvýšit bezpečnost práce na celém pracovišti. Byli vybráni tři představitelé z širokého sortimentu výrobků pro výrobu kolejových vozidel. Nejdříve se provedla analýza současného stavu z hlediska materiálového toku a skladování. Po stanovení cílů, byly navrženy tři varianty za pomoci zpracování kapacitních výpočtů, tabulek materiálového toku a následně Sankeyových diagramů. Podnik díky navrženým variantám zvýší produktivitu a efektivnost na pálcím pracovišti.

ANNOTATION OF BACHELOR THESIS

VÁGNER, F. *Solution Flow of Material, Storage Plates and Arrangement of Machines in the Workplace: Bachelor Thesis*. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Mechanical Technology, 2013, 51 s. Thesis head: Schindlerová, V.

Bachelor thesis deals with solution flow of material and storage plates and arrangement of machines in the workplace in company PARS NOVA a.s. The content of the work was to improve material flow and increase safety around the workplace. We selected three representatives from a wide range of products for the production of rail vehicles. First, carry out analysis of the current status in terms of material flow and storage. After setting targets were proposed three solution with using the processing capacity calculations, tables of material flow and Sankey diagrams. The company through options proposed increase productivity and efficiency for the burning workplace.

Obsah

Seznam použitého značení	8
Úvod.....	9
1 Stručný úvod do problematiky	10
1.1 Výroba.....	10
1.2 Způsob rozmístění strojů a pracovišť	11
1.3 Dělrna materiálu.....	13
2 Analýza současného stavu.....	15
2.1 Stručná historie firmy.....	15
2.2 Popis společnosti.....	16
2.3 Vybavení pracoviště.....	18
2.4 Objednávání materiálu	20
2.5 Současné uspořádání pracoviště.....	20
2.6 Skladování.....	22
2.7 Manipulační jednotky.....	23
2.8 Analýza materiálových toků	25
2.9 Kapacitní propočet	25
3 Vyhodnocení analýzy a stanovení cílů	28
3.1 Vyhodnocení analýzy.....	28
3.2 Stanovení cílů.....	28
3.2.1 Základní úpravy pracoviště.....	28
4 Návrh řešení.....	31
4.1 Návrh jednotlivých variant.....	31
4.1.1 Varianta 1.....	33
4.1.2 Varianta 2.....	37
4.1.3 Varianta 3.....	41
4.1.4 Vytvoření evidence	43
5 Zhodnocení práce a přínos do praxe	45

Závěr	47
Použité zdroje.....	48
Seznam obrázků	49
Seznam tabulek	49
Seznam příloh.....	50

Seznam použitého značení

A	počet dnů sobot a nedělí	[<i>dny</i>]
B	počet dnů placených svátků	[<i>dny</i>]
C	počet dnů dovolené	[<i>dny</i>]
D_r	počet dnů v roce	[<i>dny</i>]
E_{de}	efektivní časový fond dělníka	[<i>hod/rok</i>]
E_{se}	kapacita pracoviště na jednu směnu	[<i>hod/rok</i>]
G	počet dnů pracovní neschopnosti a obecných překážek v práci	[<i>dny</i>]
g	počet vzájemně zaměnitelných pracovišť	[-]
h	počet pracovních hodin za směnu	[<i>hodiny</i>]
m_p	hmotnost ročně vyrobených výrobků	[<i>t</i>]
m_v	hmotnost výrobního představitele	[<i>t</i>]
n	počet kusů vyrobených za rok	[<i>ks</i>]
η	kapacitní využití ohraňovacího lisu	[%]
P_{sk}	skutečný počet strojů	[<i>ks</i>]
P_{th}	teoreticky vypočtený počet strojů	[<i>ks</i>]
S_S	zvolená směnnost	[<i>směna</i>]
s	směnnost pracoviště	[<i>směna</i>]
U	úspora	[<i>N/hod</i>]
t_l	skutečná průběžná doba výroby	[<i>min</i>]
z	počet nevyhnutelných časových ztrát	[%]

Seznam použitých zkratk

a.s.	akciová společnost
CNC	číslicové řízení počítačem
ČSN EN	převzatá Evropská norma
ISO	mezinárodní norma

Úvod

Snad úplně každý, kdo vlastní nebo vede podnik, v této době průmyslové recese, se snaží o maximální efektivnost činnosti výroby. Jeden z rozhodujících faktorů výroby je snižování režijních a provozních nákladů na výrobek. Jde především o spojení nákladů a kvality výrobků a tím docílit jeho vysoké užitné hodnoty. Je to předpoklad o prosazení se na trhu. Dalším aspektem úspěšnosti je již zmíněná kvalita výroby, ale i plnění sjednaných termínů.

V této práci, kterou jsem řešil ve firmě PARS NOVA a.s. jsem se snažil navrhnout optimální řešení rozvržení strojů na pálicím pracovišti, kde se skladují plechy. Pro navržení optimálního uspořádání strojů bylo nutné použít kapacitní propočty a dále použít Sankyeův diagram. Firma PARS NOVA a.s. je jedna z nejvýznamnějších firem v oblasti oprav a modernizace železničních vozidel a tramvají. Tento podnik zaměstnává přibližně 800 zaměstnanců a patří mezi největší zaměstnavatele v Šumperku.

Nosnou produkcí firmy PARS NOVA a.s. je oprava a rekonstrukce trakčních vozidel. Opravy a rekonstrukce trakčních vozidel jsou soustředěny do hlavní haly H1. Jedná se o boxová stání. Součástí oprav a rekonstrukcí je i vlastní výroba dílčích celků vozidel. Tato výroba je situována v hale H2.

V rámci své bakalářské práce se budu zabývat konkrétním pracovištěm, jedná se o plazmové pracoviště určené pro výrobu dílčích celků pro kolejová vozidla z ocelových plechů. Řešené pracoviště je situováno v části haly H2 a slouží pro vypalování součástí z plechů na pálicím stroji, systémem plazmového hořáku. Jedná se o plazmový pálicí stroj typu Omnicut 3100, ohraňovací lis, tabulové nůžky a mezisklad plechů.

Mým primárním cílem je, aby došlo ke zvýšení produktivity činnosti a tím k úspoře přípravných časů na pálicím stroji. Jde především o racionalizaci systému skladování plechů. Tím dojde ke zlepšení toků materiálů na celém pracovišti.

1 STRUČNÝ ÚVOD DO PROBLEMATIKY

V bakalářské práci navrhuji optimální rozvržení strojního parku na pálicím pracovišti a meziskladu plechů, tak aby došlo ke zlepšení materiálového toku a bezpečností práce na pracovišti, jak jsem již uvedl v úvodu.

1.1 Výroba

Výroba zahrnuje transformaci vstupů na výstupy.

Kusová výroba

Kusová výroba představuje neustále se střídající typy výrobků, které se málo opakují. Měsíčně se vyrobí 3 kusy stejného výrobku, což je velmi náročné na organizaci práce tohoto pracoviště.

Sériová výroba

Tato výroba je zaměřena na větší množství jednotlivých druhů, při menším počtu výrobků jednotlivých druhů. Sérii výrobků můžeme dělit podle velikosti na malosériovou, středně sériovou a velkosériovou výrobu. [1]

Pracoviště

Pracoviště představuje souhrn pracovních prostředků, který tvoří z pohledu řízení výroby základní prvek výrobního systému. [1]

Výrobní úsek

Výrobní úsek je tvořen několika pracovišti, prostřednictvím těchto pracovišť je realizována konkrétní výroba. Výrobní úsek je možné definovat jako skupinu strojů. [1]

Za rozhodující faktor úspěšnosti společnosti považují vysokou úroveň technického úseku, který ve vazbě na plánovaný (smluvně uzavřený) sortiment výroby v dostatečném předstihu zpracuje technicko-organizační projekt. Tento projekt musí řešit technické vybavení jednotlivých pracovišť ve vazbě na strukturu systému boxového či liniového

systému oprav. Součástí tohoto projektu musí být i přehled o schopnosti vlastní výroby potřebných komponentů.

Efektivnost výroby spočívá i v dobře nastavené kooperaci firem, které jsou schopny dodávat komponenty vozidel, u kterých by zavedení vlastní výroby bylo neefektivní. Z tohoto důvodu doporučuji do technicko-organizačního projektu zahrnout i seznam kooperujících firem.

1.2 Způsob rozmístění strojů a pracovišť

Rozmístění pracovišť je v značné míře ovlivněné specializací daného úseku. Při rozmísťování strojů se vychází z rozboru a řešení rozmísťovacích metod. Nejdůležitější je, aby výsledné rozmístění bylo optimální vzhledem k základním požadavkům – hospodárnost výroby, přehlednost uspořádání, přímočarost a nevratnost technologického toku, minimální manipulace, minimální zabraný prostor, požadavky bezpečnosti práce. [1]

Rozlišujeme tyto základní způsoby uspořádání:

- volné,
- technologické,
- předmětné,
- modulární,
- buňkové. [1]

Technologické uspořádání

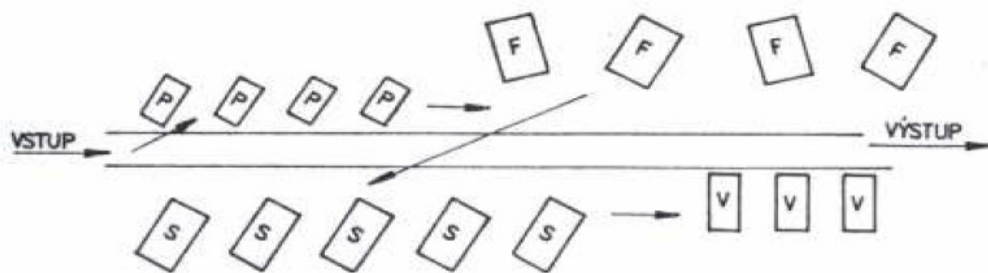
Jednotlivé operace i rozmístění strojů v technologických postupech jsou sjednocovány podle jejich návaznosti a příbuznosti. Na základě tohoto způsobu organizace pracoviště vznikají skupiny strojů stejného typu. Je zde velmi obtížné stanovit jednotný směr materiálového toku, jelikož sortiment vyráběných dílů je velmi mnohotvárný.

Toto uspořádání je nejčastěji používáno v kusové a malosériové výrobě těžkého a středního strojírenství. Strojní park a nářadí je univerzální. Obsluha strojů a dělníci jsou vyučení a kvalifikovaní.

Pomocí technologického uspořádání docílíme lepšího využití strojů, sníží se potřeba nástrojového vybavení, mistři se mohou specializovat podle profesí, snadnější údržba. [1]

Mezi nevýhody technologického uspořádání patří, dlouhé dopravní cesty při dopravě dílů mezi pracovišti, náročnost přípravy výroby a řízení výroby, relativně dlouhá průběžná

doba výroby, potřeba mezikladů, relativně velký objem rozpracované výroby a tím i relativně velký objem vázaných oběžných prostředků. [1]



Obr. 1 Technologické uspořádání pracovišť [1]

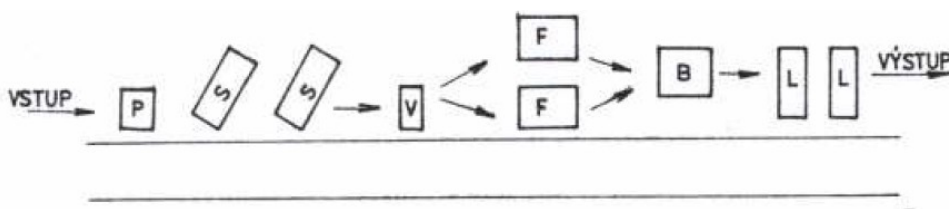
Předmětné uspořádání

Hlavním rysem tohoto uspořádání vyznačujeme výrobní úsek, do kterého zahrnujeme všechna technologická pracoviště, která jsou potřebná k výrobě dané části konkrétního výrobku, skupiny výrobků či montážního celku, aj. Výsledkem potom jsou výrobní úseky. Výrobní úseky neboli provozy mohou prostřednictvím svého označení či pojmenování určit předmět své výroby.

Předmětné uspořádání pracovišť lze charakterizovat těmito vlastnostmi:

Mezi výhody patří krátké a přehledné dopravní cesty mezi pracovišti. Dále krátké průběžné doby výroby. Relativně menší potřeby mezikladů a méně náročná příprava a řízení výroby.

Mezi nevýhody předmětného uspořádání, patří velká citlivost na změny výrobního programu. Obtížnost, nebo nemožnost využití volné kapacity pracovišť přijetím kooperačních prací. Náročnost údržby a oprav speciálních jednoúčelových strojů a zařízení. [1]



Obr. 2 Předmětné uspořádání [1]

1.3 Dělrna materiálu

Na pracoviště je dodáván materiál v podobě plechů obvykle ve svazcích nebo paletách. Daný materiál je potřeba pro následující výrobu dělit např. stříháním, pálením, řezáním apod.

Dělrny materiálu jsou projektovány jako samostatné provozy. Obvykle se umísťují v blízkosti obrobny do výrobního úseku. [1]

Za nejdůležitější funkci dělrny materiálu můžeme považovat expedici neboli odchod zcela použitelného materiálu bez dalších dodatečných prací v technologickém procesu. Tímto pracovištěm projde obrovské množství materiálu, které je zde ukládáno. Je dobré využívat zařízení, která usnadní dělníkům ruční manipulaci s materiálem a zvýší efektivnost práce, jako jsou jeřáby, magnety, přísavky. Pokud máme na pracovišti různě rozložené plechy a nebezpečné stroje jako, nůžky, plazmové pálicí zařízení apod., je potřeba starat se o bezpečnost práce.

Samozřejmě musíme myslet i na zbylý odpad ze strojů, který bychom měli shromažďovat na jednom místě, kde nebude vadit toku materiálu a dále jej budeme expedovat na sběrnou surovin.

V dělrnách také musíme pamatovat na dostatek místa nejen na mezisklad plechů (regály, palety, apod.), ale také na plochy potřebné na manipulaci (přisun a odsun) materiálu.

Speciálně u tabulových nůžek, kde je nutnost mít volný prostor jak před strojem, tak i za ním. Některé typy strojů si vyžadují i další opatření. Konkrétně pálicí pracoviště vybavit odsávacím zařízením. [1]

Průběžná doba výroby

Průběžnou dobu výroby lze chápat dvojím smyslem. Pohledem celého podniku to je časový úsek od přijetí objednaného zboží až do předání hotového výrobku zákazníkovi. Z pohledu výrobního provozu jednotlivých pracovišť je to doba od zahájení první operace až po předání do dalšího pracoviště.

Kapacita

Výrobní kapacita charakterizuje určité množství výrobků v určitém časovém úseku. Udává se v hodinách, dnech, měsících, rocích a to za optimálních podmínek. Vypočtením kapacity můžeme určit vytíženost strojů nebo jejich počet.

Materiálový tok

Při analýze materiálového toku se zkoumá nejefektivnější sled pohybu materiálu nezbytnými fázemi výrobního procesu. Pro zajištění efektivního materiálového toku je nutné, aby materiál postupoval výrobním procesem progresivně a bez zbytečných zpětných toků se stále přibližoval dokončení výroby. [2]

2 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

V této části bakalářské práce je představena firma PARS NOVA a.s, popsána historie a výroba. Dále je popsán stav pálicího pracoviště z hlediska strojů, plechů a materiálového toku.

2.1 Stručná historie firmy

Historie tohoto podniku se datuje do roku 1949, kdy začala výstavba Dílen pro opravu kolejových vozidel. Generálním projektantem tohoto závodu byl SUDOP Praha. Nosným programem byly opravy motorových vozidel pro osobní a nákladní dopravu.

V sedmdesátých letech byl podnik přejmenován na ŽOS. V tomto období byl sortiment rozšířen o opravu čtyřnápravových elektrických lokomotiv. Dalším významným rozšířením sortimentu bylo zavedení oprav tzv. pantografových jednotek pro příměstskou dopravu v počátku osmdesátých let minulého století. Tento široký sortiment trakčních vozidel vyvolal i nutnost zavedení konstrukce a výroby jednoúčelových strojů a zařízení a rozšíření vlastní výroby náhradních dílů.

V roce 1993 došlo k privatizaci ŽOS a podnik byl přejmenován na PARS NOVA a.s. Z důvodu recese železniční dopravy a zachování provozu firmy bylo nutné nalézt náhradu za pokles poptávky počtu oprav od Českých drah. V devadesátých letech byl rozšířen sortiment o opravy a rekonstrukce tramvají. Nejvýznamnějším úspěchem společnosti PARS NOVA a.s. je dodávka motorové soupravy Regionova pro České dráhy.



Obr. 3 Sídlo společnosti

2.2 Popis společnosti

Podle dostupných informací byla společnost PARS NOVA a.s. úspěšná v tendru na rekonstrukci osobních vozů i pro mezinárodní dopravu. Dalším sortimentem jsou opravy elektrických lokomotiv a tramvají.

Rekonstrukce a opravy se realizují v hlavní hale H1, která je vybavena veškerým strojním zařízením (mostové jeřáby, malá a velká hřiž a ostatní strojní park).



Obr. 4 Boxové stání, hala H1

PARS NOVA a.s. je v dnešní době schopen opravovat veškerá trakční vozidla a vozidla osobní dopravy. Vzhledem k tomu, že v současném tržním systému je podnik závislý na úspěšnosti v tendrech na opravu a rekonstrukce železničních vozidel. Společnost disponuje veškerými potřebnými certifikáty, nutných pro účast ve výběrových řízeních na dodávku oprav a rekonstrukce kolejových vozidel.



Obr. 5 Logo firmy PARS NOVA a.s.

Pro přehled uvádím jednotlivé certifikáty:

- ČSN EN ISO 9001:2009 - zavedení a užívání systému zaručujícím kvalitu v oboru Opravy a modernizace kolejových vozidel, opravy jednotlivých agregátů a částí, výroba náhradních dílů, vydaný pod registračním číslem 05.736.781 v Praze dne 31. 5. 2012. [4]



Obr. 6 Certifikáty ISO 9001 a ISO 14001[4]

- ČSN EN ISO 14001:2005 firma PARS NOVA a.s. zavedla a používá od června 2007 systém řízení společnosti respektující ochranu životního prostředí. [4]
- Certifikáty opravňující k opravám drážních vozidel provozovaných na území České a Slovenské republiky (elektrických a motorových lokomotiv, elektrických dopravních jednotek, motorových, montážních a osobních vozů, tramvají a trolejbusů) a drážních vozidel německých drah. [4]

2.3 Vybavení pracoviště

Firma PARS NOVA a.s, má v prostoru pálicího pracoviště stroje, který odpovídají strojům dělírný materiálů. Na těchto zařízeních provozuje podnik svoji výrobu.

NC pálicí stroj OMNICUT 3100

Plazmové pálicí zařízení mohutné portálové konstrukce s výbornými dynamickými a statickými vlastnostmi. Konstrukce je provedena v bez mazném provedení a je opatřena opracovaným lineárním vedením s broušenými ocelovými tyčemi a ozubenými hřebeny. [5]



Obr. 7 NC pálicí stroj OMNICUT 3100

Parametry stroje:

- pracovní prostor stroje: šířka – 2 500 mm, délka – 2000 mm,
- programovatelný stroj,
- automatické nastavení toku plynu,
- rozsah kvalitního pálení do 20 mm,
- vysoká produktivita.

Ohraňovací lis Gasparini PBS 135

Ohraňovací lis obsahuje dva elektro-hydraulické válce na obou stranách se zpětnou vazbou. Nožní pedál umožňuje pohyb beranu nahoru a dolů.



Obr. 8 Ohraňovací lis Gasparini PBS 135

Parametry stroje:

- pracovní délka 3100 mm,
- rozteč mezi stojany 2600 mm,
- hmotnost 11300 kg,
- pracovní rychlost 10 mm/s,
- pevnost 135 T,
- výkon motoru 15 kW,
- CNC řídicím systém.

Tabulové nůžky Gasparini CO 3004

Tabulové nůžky pro stříhání a dělení plechů s nastavitelným úhlem stříhu.



Obr. 9 Tabulové nůžky Gasparini CO 3004

Parametry stroje:

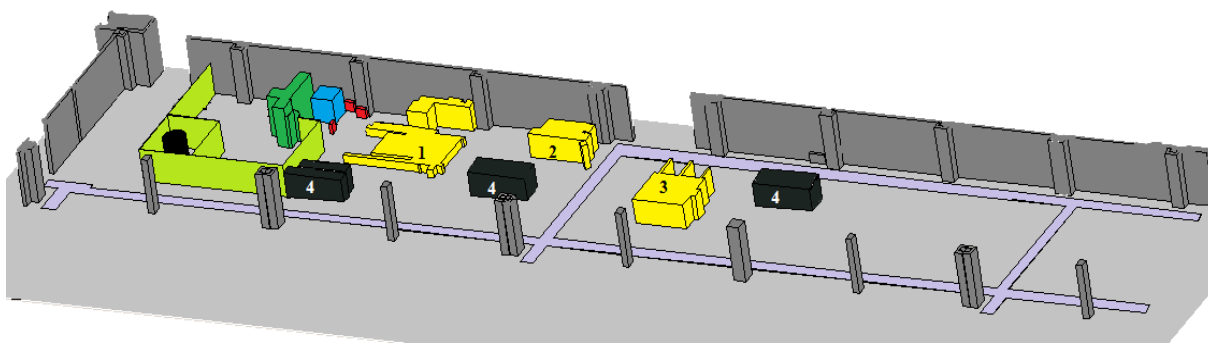
- užitečná délka řezu 3050 mm,
- vzdálenost mezi stojany 3200 mm,
- zahloubení 500 mm,
- zdvih zadní šablony 1000 mm,
- hmotnost 6200 kg,
- výkon hlavního motoru 7,5 kW,
- maximální kapacita řezu 6mm,
- CNC řídicí systém.

2.4 Objednávání materiálu

Společnost PARS NOVA a.s. provádí marketingový průzkum trhu. Dodavatele si vybírá především dle kvality s přihlédnutím na cenu materiálu. Většinou se materiál objednává podle zakázek, tudíž nelze určit přesné množství. Technologové a projektanti si sami navrhnou, kdy a jaký materiál objednájí.

2.5 Současné uspořádání pracoviště

Jak už bylo zmíněno v předchozí kapitole, tak ve firmě PARS NOVA a.s. dochází k lehké strojírenské kusové a malosériové výrobě. Pálicí pracoviště má rozlohu 340 m². Na tomto pracovišti můžeme tedy nalézt plazmové pálicí zařízení, ohraňovací lis, tabulové nůžky a mezisklad plechů (viz. obr. 10). Po pracovišti se pohybuje větší počet pracovníků, ovšem zmíněné stroje obsluhují 4 zaměstnanci.



Obr. 10 3D Schéma současného rozložení strojů a mezisklad plechů

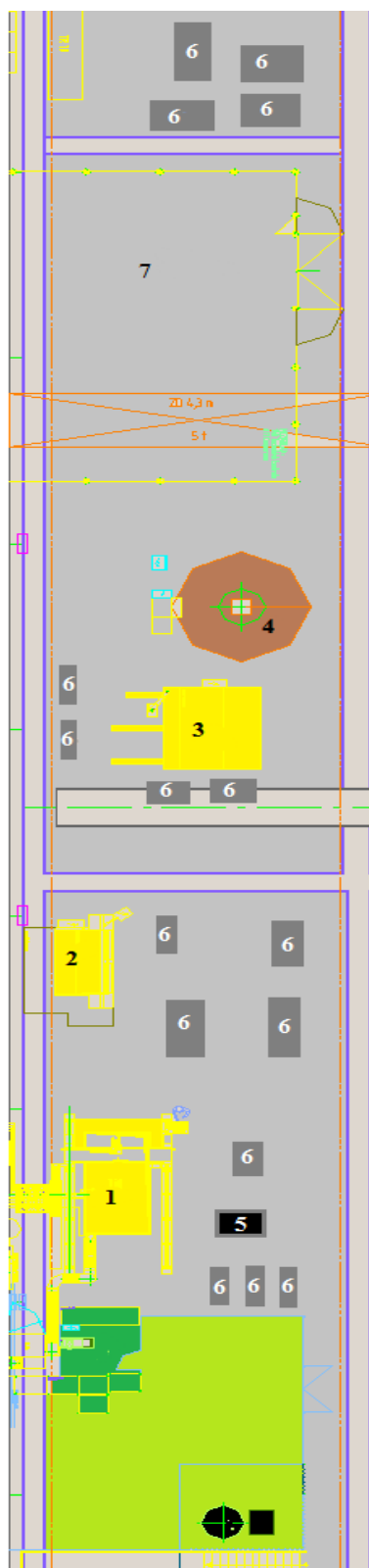
Legenda

1 – Plazmové pálicí zařízení

2 – Ohraňovací lis

3 – Tabulové nůžky

4 – Mezisklad plechů



Legenda

Předmět	Číslo
Plasmové pálicí zařízení Omnicut 3100	1
Ohraňovací lis Gasparini PBS 135/3000	2
Tabulové nůžky hydraulické Gasparini CO 3004	3
Pracoviště na vážení pružin	4
Bedna na zmetkové výpalky	5
Plechý	6
Měřicí kontrola	7

Obr. 11 Současný stav rozložení strojů a mezisklad plechů

2.6 Skladování

Většina materiálu, potřebného k výrobě, je skladována ve skladu vedle Haly H2. Ze skladu vedou dva východy, první východ vede přímo na pálicí pracoviště a druhý směrem k obrobně. Vchod na pálicí pracoviště ze skladu je zaskládán materiálem, proto se používá vchod druhý.

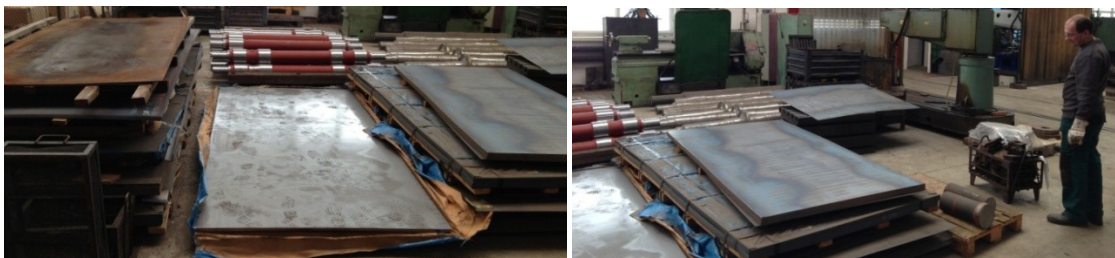
Za současného stavu je skladování materiálu na pracovišti zřejmě největší problém. Materiál není skladován na jednom stálém místě, ale je rozprostřen téměř po celém pracovišti i mimo něj. Ovšem soustřeďuje se hlavně u tabulových nůžek, pálicího zařízení a za pracovištěm měřicí kontroly.



Obr. 12 Současný stav skladování plechů

Z důvodu neustálého zaplavování materiálu ze skladu na pracoviště bych doporučoval oznámit dopředu přísun materiálu. Pracoviště si samo požádá o potřebný materiál, který potřebuje k vlastní výrobě. Pružnější zásobování umožní lepší pohyb na pracovišti a zlepšení toku materiálu na celém pracovišti.

Plechý, které jsou dodávány v tabulovitých svazcích, jsou dodávány pomíchané a někdy i rezavé a často neoznačené. To znamená, že přicházejí plechy o různých rozměrech a různé jakosti. Díky rezavým plechům se ničí a tedy se snižuje životnost trysky plazmy a to se projeví na kvalitě vypáleného dílu.



Obr. 13 Současné skladování plechů větších rozměrů (mimo pracoviště)

Plechý se skladují a ukládají do regálů nebo na europalety. Nedostatek a nepraktičnost některých regálů svědčí o tom, že víc jak 50% plechů je uloženo na paletách. Ovšem s tím, že výška skladovaných plechů na paletách nesmí překročit 60cm a to kvůli bezpečnostním předpisům.

Hotové výrobky, které nejsou ihned expedovány k další zakázce nebo zákazníkovi jsou uloženy na zem na paletu a tím zabírají volný prostor na pracovišti.

Problém je ve skladování některých plechů, které jsou uloženy na sebe na paletách. Neustálé přeskládávání plechů je nepraktické, nebezpečné a navíc se prodlužují přípravné časy a tím celá výroba.

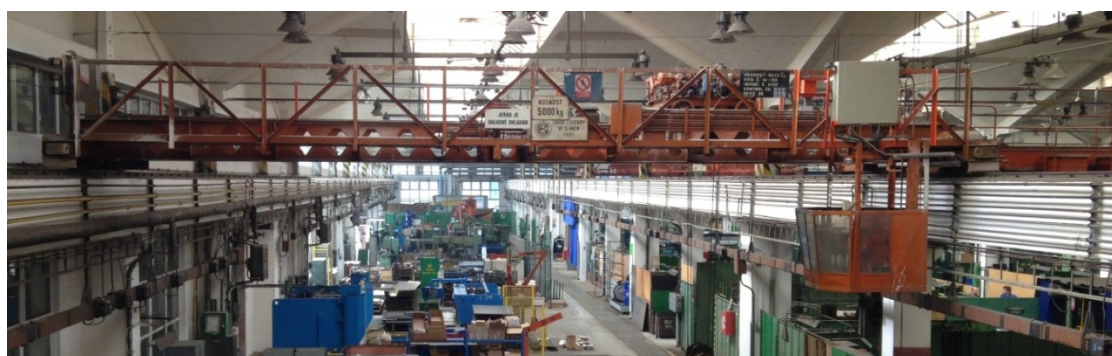
2.7 Manipulační jednotky

V současné situaci se na pracovišti manipulace s materiálem provádí pomocí mostového jeřábu, vozíkem nebo ručně. Mostový jeřáb slouží k přemísťování materiálu a za pomoci lan, řetězů a přísavky ukládá plechy do horizontálních poloh. Tento jeřáb je ovládán dálkově. Výhodou tohoto jeřábu je, že nezabírá téměř žádný prostor na pracovišti.



Obr. 14 Manipulace s materiálem pomocí přísavek a mostového jeřábu

Přeprava materiálu mezi jednotlivými stroji na tomto pracovišti je prováděna ručním přenosem nebo již zmíněným jeřábem.



Obr. 15 Mostový jeřáb

Většinou se materiál přenáší od jednotlivých strojů ručně. A to z toho důvodu, že přepravovaného materiálu je pouze pár kusů o nízké váze, dle stanovených předpisů.

Na tomto pálicím pracovišti činí zbytky a odstřížky plechů 15-20% odpadu. Právě manipulace a uložení odpadu je jedním z problémů. Zbytky bývají ostré a manipulace s nimi je proto nebezpečná. Zbytky se vkládají do krabice pro zmetkové výpalky, která je situována vedle plazmového zařízení.



Obr. 16 Bedna na zmetkové výpalky

2.8 Analýza materiálových toků

Nejdříve než se pustíme do samostatného návrhu jednotlivých variant a řešení si musíme provést analýzu současného stavu z hlediska materiálového toku. Z důvodu zjištění, kde na pracovišti mohou být provedeny změny, a také abychom mohli srovnat současný stav s navrhovanými řešeními a navrhnout optimální variantu.

Současný materiálový tok je zaznamenán v tabulkách materiálového toku (viz příloha A). Tabulky byly zhotoveny pro vybrané tři výrobky. Konkrétně se jedná o *pojistný plech*, *konzola obložení bočnic* a *díl konzoly*. Do tabulek se zaznamenával celý výrobní postup jednotlivých dílů. Hmotnost a vzdálenosti, které musí výrobek urazit, než se dostane do cíle, což je sklad hotových výrobků nebo k další zakázce.

Prostřednictvím „systému značkové řeči“ jsme schopni vytvořit schéma výrobního postupu. Je možné různě upravovat tyto smluvené značky i způsoby zpracování schémat. V případě nedostatku času je právě velmi obtížné i náročné postihnout všechny informace.(viz příloha B).[2]

2.9 Kapacitní propočet

Efektivní časový fond dělníka E_{de} [3]

$$E_{de} = D_r - A - B - C - G \quad (2.1)$$

Kde:

D_r je počet dnů v roce $D_r = 365 \text{ dnů}$

A je počet dnů sobot a nedělí $A = 104$

B je počet dnů placených svátků $B = 9 \text{ dnů}$

C je počet dnů dovolené $C = 29 \text{ dnů}$

G je počet dnů pracovní neschopnosti a obecných překážek v práci $G = 23 \text{ dnů}$

Rok 2012 má 113 sobot, nedělí a placených svátků.

$366 - 113 = 253$ pracovních dnů za rok

$$E_{de} = D_r - C - G$$

$$E_{de} = 253 - 29 - 23 = 201 \text{ dnů / rok}$$

Využitelná kapacita pracoviště na jednu směnu E_{se} [3]

$$E_{se} = E_{de} \cdot h \cdot s \cdot g \cdot \left(1 - \frac{z}{100}\right) \quad (2.2)$$

Kde:

h je počet pracovních hodin za směnu $h = 8 \text{ hodin}$

s je směnnost pracoviště $s = 1$

g je počet vzájemně zaměnitelných pracovišť $g = 1$

z je počet nevyhnutelných časových ztrát, volím $z = 7\%$

$$E_{se} = E_{de} \cdot h \cdot s \cdot g \cdot \left(1 - \frac{z}{100}\right) = 201 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \left(1 - \frac{7}{100}\right) = 1495,44 \text{ hod / rok}$$

Počet kusů vyrobených za rok n [3]

Počet kusů vyrobených za rok je závislý na uzavřených zakázkách. Hodnota m_p je stanovena na základě výhledového sortimentu výroby a oprav kolejových vozidel.

Předpoklad pro stanovení hodnoty hmotnosti vyrobených výrobků vychází z průměrné roční produkce oprav kolejových vozidel v počtu cca 150 vozidel.

Průměrná hmotnost hotových výrobků (*pojistný plech, díl konzoly, konzola obložení bočnic* atd.) na jedno vozidlo hodnoceného pracoviště je cca 60 kilogramů. Hmotnost roční produkce výroby tohoto pracoviště při předpokládaných opravách v počtu 150 kusů je 9000 kilogramů.

$$n = \frac{m_p}{m_v} \quad (2.3)$$

Kde:

m_p je hmotnost ročně vyrobených výrobků je $m_p = 9 \text{ t}$

m_v je hmotnost výrobkového představitele $m_v = 8 \text{ kg}$

$$n = \frac{m_p}{m_v} = \frac{9000}{8} = 1125 \text{ kusů}$$

Teoretický počet strojů P_{th} [3]

$$P_{th} = \frac{n \cdot t_1}{60 \cdot S_s \cdot E_{se}} \quad (2.4)$$

Kde:

t_1 je skutečná průběžná doba výroby $t_1 = 65 \text{ min}$

S_s je směnnost pracoviště $S_s = 1$

$$P_{th} = \frac{n \cdot t_1}{60 \cdot S_s \cdot E_{se}} = \frac{1125 \cdot 65}{60 \cdot 1 \cdot 1495,44} = 0,81$$

Kapacitní využití ohraňovacího lisu η [3]

P_{th} je teoreticky vypočtený počet strojů $P_{th} = 0,81$

P_{sk} je skutečný počet strojů (zvolený) $P_{sk} = 1$

$$\eta = \frac{P_{th}}{P_{sk}}$$

$$\eta = \frac{P_{th}}{P_{sk}} \cdot 100 = \frac{0,81}{1} \cdot 100 = 81\%$$

3 VYHODNOCENÍ ANALÝZY A STANOVENÍ CÍLŮ

3.1 Vyhodnocení analýzy

V této kapitole bakalářské práce se budu zabývat vyhodnocením analýzy a vyjmenováním jednotlivých problémů a stanovení cílů, kterých má práce dosáhnout. V průběhu práce bylo nutné spolupracovat s vedoucím pracoviště, čili mistrem a technologem a personálem na pracovišti.

Analyzovat nejvhodnější variantu jsem musel pomocí metod postupových grafů a trojúhelníkové metody. Tyto metody jsem zkusil, ale vzhledem k tomu, že pracovišť je příliš málo a materiálový tok je příliš malý, není nutno používat grafické vyjádření těchto metod.

3.2 Stanovení cílů

Nové uspořádání pracoviště by mělo zaručit úsporu přípravných časů na pálicím stroji, bezpečné a přehledné uložení plechů v meziskladu plechů, a také ke zlepšení materiálového toku na celém pracovišti.

3.2.1 Základní úpravy pracoviště

1) Přesun pracoviště vážení pružin

Pracoviště na vážení pružin bude přesunuto do kovárny, z důvodu úspory ploch. Nový základ pro váhu bude odizolovaný od rázů. Podklad pro váhu musí být přesně vyrovnaný.

Jako základový beton použijeme C20/25 a samotná váha bude k základu přimontována pomocí chemických kotev. Použijeme šrouby typu M12 x 70 pro hydraulický agregát a šrouby M12 x 90 pro skříň. Dále je potřeba zavést síťové připojení pro tiskárnu pro tisk protokolů.

Nezbytně nutná je i elektro-přípojka, na které bude provedena revize. Po provedení celé montáže provedeme kalibraci zařízení, dle podkladů od výrobce zařízení.

2) Vybavení pracoviště strojem na srážení hran

Tento stroj bude pořízen pro výroby, kdy bude potřeba srážení hran na hotových výpalcích. Stroj umožní přípravu výpalků pro svařování. Příprava hran na tomto stroji je rychlejší než na frézkách.

Základní požadavky na stroj: musí umožnit rychlé nastavení potřebných parametrů srážené hrany, řezných podmínek, nenáročnou obsluhu, jednoduchou manipulaci s materiálem. Na požadavek svařovacích technologií budou hrany sráženy s drsností Ra 12,5.

Stroje pro srážení hran, které hranu odřezávají pomocí pomaloběžné frézy, nejsou vhodné. Dochází k deformacím materiálu, povrch obrobených hran je velmi hrubý. Na povrchu materiálů zůstávají šupiny, které při svařování zůstanou ve svaru. Svar tak nevyhoví při defektoskopických zkouškách. V případě pořízení je nutné proškolit obsluhu.



Obr. 17 Úkosovací systém UZ 20

Parametry stroje:

- hmotnost 360 kg,
- rozsah nastavení úhlu úkosu: 30-60°,
- otáčky frézovací hlavy: 1500-5000 ot/min (plynule nastavitelné otáčky),
- rychlost posuvu: 0,5-5m/min, plynule nastavitelná,
- min délka úkosovaného materiálu: 100mm,

- max délky úkosů: úkos 30° 16 mm,
 úkos 45° 21 mm,
 úkos 60° 17 mm.

Dalším důležitým parametrem je rychlé přestavení stroje pro jiný úkos a kvalita obrobeného povrchu. Součástí dodávky je zapojení a instalace stroje a zaškolení obsluhy. V příloze C přikládám výpočet úspory času úkosovaného dílu na srážecce hran a na dosud používaných frézkách.

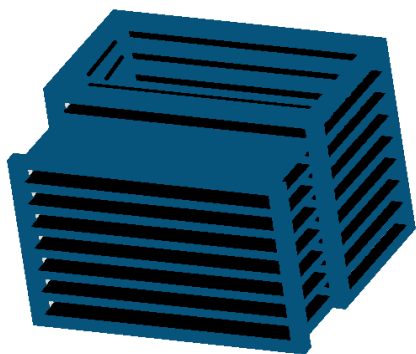
3) Regály pro skladování plechů

Jak již bylo zmíněno v předchozí kapitole, právě skladování plechů je největším problémem pracoviště. V důsledku toho bych doporučoval pořízení šuplíkových (viz. obr. 18.) nebo konzolových regálů (viz. obr. 19.). Navrhoval bych pořízení šuplíkových regálů a to z toho důvodu, že se obvykle skladuje velké množství plechů velkých rozměrů. V regálech budou skladovány plechy v paletách. Regály musí umožnit rychlou a snadnou manipulaci s celými paletami. Do regálů budou palety zaváženy pomocí závěsných vidlí. Z regálů budou vyjímány jednotlivé tabule pomocí přísavek nebo magnetu.

V prostoru, který zůstane po přesunu pracoviště na vážení pružin, budou umístěny regály na méně používané tabule plechu, které zůstávají v meziskladu střediska.

Základní požadavky na šuplíkový regál:

Rozměr plechu 1250 x 2500 mm. Výška palety 400 mm. Maximální výška nejvyšší palety 2350 mm a to z důvodu omezení zdvihu jeřábem. Nosnost regálu dle hmotnosti uskladněného materiálu.



Obr. 18 Šuplíkový regál



Obr. 19 Konzolový regál [6]

4 NÁVRH ŘEŠENÍ

V této kapitole bakalářské práce se budu zabývat návrhem a zpracováním variant jednotlivých řešení pomocí kapacitních výpočtů a Sankeyových diagramů. Jednotlivé varianty bylo možné zpracovat, až po důkladném zmapování materiálového toku na pracovišti a po propočtení kapacitních výpočtů.

Nejprve jsme si museli zvolit jednotlivé výrobkové představitele, které jsme vybrali ze široké škály výrobního sortimentu firmy. Dále bylo potřeba zpracovat postupové schéma a zakreslit do tabulek materiálový tok jednotlivých výrobků. Materiálový tok byl znázorněn také pomocí „*schémat značkové řeči*“ (viz příloha B). Posledním krokem bylo vytvoření Sankeyových diagramů pro všechny tři vybrané výrobky u každé z navržených variant (viz přílohy D, E, F).

4.1 Návrh jednotlivých variant

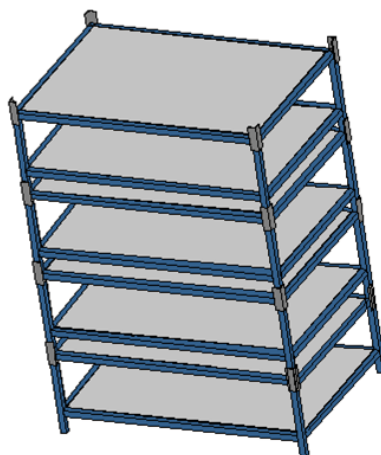
Níže jsou popsány a znázorněny tři varianty pro dispoziční řešení pracoviště, dovybavení potřebným zařízením a zlepšení bezpečnosti a kvality práce na celém pracovišti.

Zřejmě nejdůležitější věcí, kterou bude potřeba pořídit, budou dva regálové výsuvné zakladače. Ty si buď firma vyrobí sama, nebo je objedná u doporučených dodavatelů. V regálech se budou plechy skladovat na paletách. Jednotlivé plechy se budou skladovat dle rozměrů a jakosti. Dále bude potřeba pracoviště vybavit bednou na zmetkové výpalky, jelikož stávající bedna je jen provizorní a regál na výpalky. Doposud se vypálené díly skladují na zemi nebo na paletách (viz. obr. 20).



Obr. 20 Současné uložení hotových výrobků na pracovišti

Doporučuji pořídit regál na hotové výpalky. Regál bude umístěn vedle plazmového pálicího zařízení a v blízkosti ohraňovacího lisu. Zamezí se ztrátám a nepřehlednosti na pracovišti. Tento regál si firma může vyrobit sama za pomoci svařovacího a montážního úseku.



Obr. 21 Nový regál na hotové výrobky

Dalším potřebným vybavením budou dva malé hydraulické vozíky pro převoz dílů z nůžek k plazmě a ohraňovacímu lisu. Veškerá manipulace na pracovišti se doposud provádí ručně nebo pomocí mostového jeřábu. Vozíky je schopna dodat firma Unicraft. Tyto nůžkové zvedací stoly umožní snazší a rychlejší přepravu od tabulových nůžek k ohraňovacímu lisu a plazmě.



Obr. 22 Nůžkový zvedací stůl [7]

Pořízení stolů také zajistí možnost přepravy většího počtu kusů. Zařízení disponuje zvedací silou až 0,5 tuny. Díky bezpečnostnímu ventilu proti přetížení je ochráněn nejen vozík, ale i obsluha.

Parametry stroje:

- rozměry pracovního stolu 855 x 500 mm,
- hmotnost 120 kg,
- max. nosnost 500 kg,
- max. výška zdvihu 900 mm.

Neuzemněné kabely od tiskárny protokolů a hadice od tlakových lahví by se měly položit na zem a opatřit krytem.

Pro vybavení pracoviště výsuvnými regály nabízený sortiment na současném trhu nesplňuje požadavky pro uložení plechů na tomto pracovišti. Z tohoto důvodu je nutné řešit atypickou výrobu regálů, buď využitím vlastní konstrukční kapacity společnosti, nebo společnost zadá konstrukci a výrobu vybrané specializované firmě. Na trhu jsou pouze dvě firmy, které jsou schopny dodat regál požadovaných rozměrů, a to firmy Progiregaly.cz a Regaly - sklady.cz. Osobně bych doporučoval vlastní výrobu, která bude mnohem levnější.

Sankeyovy diagramy

Sankeyovy diagramy byly zhotoveny pro všechny tři vybrané výrobky a pro všechny tři navrhované varianty řešení (viz. přílohy D, E, F). Sankeyovy diagramy rozmístění byly vytvořeny pomocí trojúhelníkové sítě. Celý materiálový tok mezi jednotlivými stroji a pracovišti je znázorněn šipkami. Přičemž modrá šipka znázorňuje přímý tok na pracovišti a červená materiálový tok mimo pracoviště.

4.1.1 Varianta 1

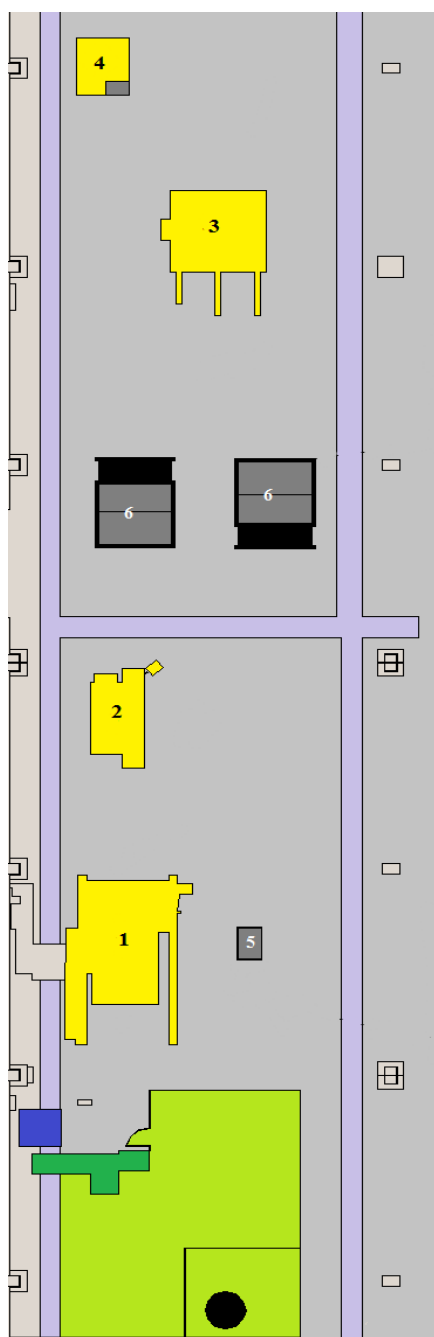
V tomto návrhu rozvržení strojů bylo manipulováno pouze s tabulovými nůžkami, které byly posunuty a natočeny o 90°. Z důvodu lepší manipulace a bezpečnosti práce, je nutné, aby byl dostatek prostoru před i za nůžkami. Dalším krokem bude přesunutí stanoviště vážení pružin na nové místo. Jak již bylo zmíněno výše, pracoviště bude vybaveno úkosovacím systémem pro některé výrobky. Tento stroj umožní rychlejší a levnější provedení na jednotlivých dílech. Srážka bude umístěna vedle okna, z důvodu lepšího osvětlení a ušetření zraku a také z důvodu denního osvětlení.

Dále bude pracoviště doplněno o nový regál na výpalky. Tento regál si je schopna firma vyrobit sama, jelikož disponuje svařovacím centrem a pracovníky se svařovací profesí.

Regál bude situován vedle pálícího zařízení. A to proto, aby pracovník nemusel zbytečně přenášet materiál přes pracoviště a tím se prodlužovaly manipulační a operační časy.

Dalším potřebným krokem bude vybavením pracoviště dvěma výsuvnými regály. V regálech budou skladovány plechy, které budou umístěny na paletách.

Plechý se budou vyjímat pomocí mostového jeřábu, za pomoci přísavek nebo nožních vidlí. Díky výsuvným regálům, které budou přímo na pálícím pracovišti a ne mimo něj se zkrátí vzdálenost o 30 metrů a tím manipulační časy



Legenda

Předmět	Číslo
<i>Plasmové pálící zařízení Omnicut 3100</i>	1
<i>Ohraňovací lis Gasparini PBS 135/3000</i>	2
<i>Tabulové nůžky hydraulické Gasparini CO 3004</i>	3
<i>Úkosovací systém UZ 20</i>	4
<i>Regál na výpalky</i>	5
<i>Zásobníky na plechy</i>	6

Obr. 23 Varianta 1

Náklady

Náklady na realizování navrhovaného řešení č. 1

Vlastní výroba dvou kusů zásobníků na plechy – 155 000 Kč

Vlastní výroba bedny na výpalky a regálu na hotové výrobky – 25 000 Kč

Dva hydraulické vozíky pro nůžky – 20 000 Kč

Srážecí hran – 400 000 Kč

Posun a otočení tabulových nůžek – režijní náklady (včetně přípravy elektro-přípojky) – 30 000 Kč

Celkové náklady činí Σ 630 000 Kč.

Zvýšení produktivity práce má významný vliv na kapacitní využití pracoviště. Využití tohoto pracoviště je přímo úměrné počtu smluvně uzavřených oprav kolejových vozidel. Přípravné práce pro vybraný sortiment výrobků v současném stavu jsou v průměru 35 minut a 30 minut samotná výroba. Při navrhované variantě č. 1 se zkrátí přípravné a manipulační časy na 20 minut. Tím dojde ke zvýšení kapacitního využití strojů a k možnosti rozšíření sortimentu výroby.

Počet kusů vyrobených za rok n [3]

Počet kusů vyrobených za rok je závislý, jak již bylo zmíněno dříve, na uzavřených zakázkách. Hodnota m_p je stanovena na základě výhledového sortimentu výroby a oprav kolejových vozidel.

Průměrná hmotnost hotových výrobků (*pojistný plech, díl konzoly, konzola obložení bočnic* atd.) na jedno vozidlo hodnoceného pracoviště je díky této variantě cca 90 kilogramů. Hmotnost roční produkce výroby tohoto pracoviště při předpokládaných opravách v počtu 155 kusů je 13 950 kilogramů.

$$n = \frac{m_p}{m_v} \quad (4.1)$$

Kde:

m_p je hmotnost ročně vyrobených výrobků je $m_p = 13,9$ t

m_v je hmotnost výrobkového představitele $m_v = 8$ kg

$$n = \frac{m_p}{m_v} = \frac{13950}{8} = 1744 \text{ kusů}$$

Teoretický počet strojů P_{th} [3]

$$P_{th} = \frac{n \cdot t_1}{60 \cdot S_s \cdot E_{se}} \quad (4.2)$$

Kde:

t_1 je skutečná průběžná doba výroby $t_1 = 45 \text{ min}$

S_s je směnnost pracoviště $S_s = 1$

$$P_{th} = \frac{n \cdot t_1}{60 \cdot S_s \cdot E_{se}} = \frac{1744 \cdot 45}{60 \cdot 1 \cdot 1495,44} = 0,87$$

Kapacitní využití ohraňovacího lisu η [3]

P_{th} je teoreticky vypočtený počet strojů $P_{th} = 0,87$

P_{sk} je skutečný počet strojů (zvolený) $P_{sk} = 1$

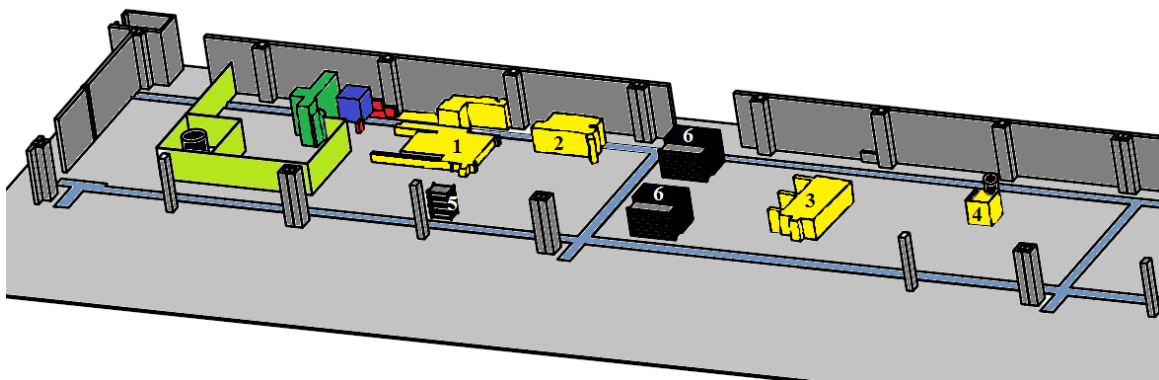
$$\eta = \frac{P_{th}}{P_{sk}}$$

$$\eta = \frac{P_{th}}{P_{sk}} \cdot 100 = \frac{0,87}{1} \cdot 100 = 87\%$$

Při počtu 1744 ks/rok dojde k úspoře normohodin ve výši: 581 N/hod.

$$U = \frac{1744 \cdot 20}{60} = 581 \text{ N / hod} \quad (4.3)$$

Cena jedné normo/hodiny je u tohoto pracoviště 450 Kč. Finanční úspora představuje částku ve výši 261 450 Kč/rok.



Obr. 24 3D Schéma varianty 1

Legenda

1 – Plazmové pálicí zařízení

2 – Ohraňovací lis

3 – Tabulové nůžky

4 – Srážka hran

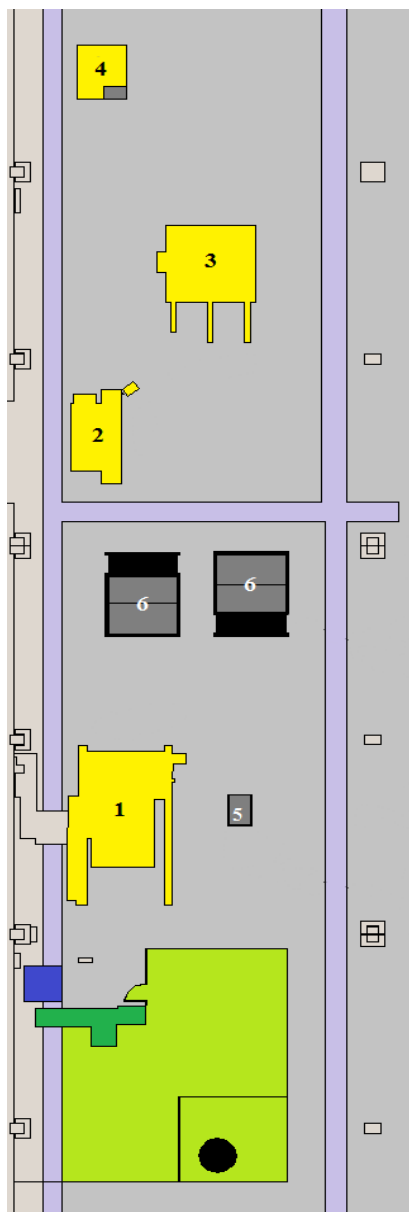
5 – Regál na výpalky

6 – Zásobníky na plechy

4.1.2 Varianta 2

V této variantě bylo manipulováno s tabulovými nůžkami a ohraňovacím lisem. Tabulové nůžky byly posunuty a natočeny o 90°. Jak již bylo zmíněno v předchozí variantě, tak i v tomto návrhu se musí počítat s manipulačním prostorem v před i za nůžkami. Stejně jako v předchozí variantě, tak i v této se přesune stanoviště vážení pružin na nové pracoviště a vytvoří se pro něj požadovaný základ, taktéž zmíněný výše.

Pracoviště bude vybaveno úkosovacím systémem pro některé výrobky. Srážka bude umístěna vedle okna, z důvodu lepšího osvětlení.



Obr. 25 Varianta 2

Legenda

Předmět	Číslo
Plasmové pálicí zařízení <i>Omnicut 3100</i>	1
Ohraňovací lis Gasparini <i>PBS 135/3000</i>	2
Tabulové nůžky hydraulické Gasparini CO 3004	3
Úkosovací systém UZ 20	4
Regál na výpalky	5
Zásobníky na plechy	6

Mezi stroji budou umístěny dva výsuvné regály, které umožní rychlejší a snadnější manipulaci. Manipulace s uloženými plechy bude prováděna pomocí mostového jeřábu. Pomocí těchto výsuvných zakladačů se zamezí manipulaci s plechy mimo pracoviště, zkrátí se vzdálenost a tím se zkrátí manipulační časy.

Dále se pořídí regál na výpalky pro pálicí stroj. Tento regál si je firma schopna vyrobit sama, díky svařovně a dílny pro montáž.

Náklady

Náklady na realizování navrhovaného řešení č. 2

Vlastní výroba dvou kusů zásobníků na plechy – 155 000 Kč

Vlastní výroba bedny na výpalky a regálu na hotové výrobky – 25 000 Kč

Dva hydraulické vozíky pro nůžky – 20 000 Kč

Srážečka hran – 400 000 Kč

Posun a otočení tabulových nůžek a posunutí ohraňovacího lisu – režijní náklady (včetně přípravy dvou elektro-přípojek) – 35 000 Kč

Celkové náklady činí Σ 635 000 Kč.

Přípravné práce pro vybraný sortiment výrobků v současném stavu jsou v průměru 35 minut. Při navrhované variantě č. 2 se zkrátí oproti variantě č. 1 o 5 minut. Tím dojde ke zvýšení kapacitního využití.

Počet kusů vyrobených za rok n [3]

Počet kusů vyrobených za rok je závislý, jak již bylo zmíněno dříve, na uzavřených zakázkách. Hodnota m_p je stanovena na základě výhledového sortimentu výroby a oprav kolejových vozidel.

Průměrná hmotnost hotových výrobků (*pojistný plech, díl konzoly, konzola obložení bočnic* atd.) na jedno vozidlo hodnoceného pracoviště je díky této variantě cca 100 kilogramů. Hmotnost roční produkce výroby tohoto pracoviště při předpokládaných opravách v počtu 155 kusů je 15 500 kilogramů.

$$n = \frac{m_p}{m_v} \quad (4.1)$$

Kde:

m_p je hmotnost ročně vyrobených výrobků je $m_p = 15,5$ t

m_v je hmotnost výrobkového představitele $m_v = 8$ kg

$$n = \frac{m_p}{m_v} = \frac{15500}{8} = 1937 \text{ kusů}$$

Teoretický počet strojů P_{th} [3]

$$P_{th} = \frac{n \cdot t_1}{60 \cdot S_s \cdot E_{se}} \quad (4.2)$$

Kde:

t_1 je skutečná průběžná doba výroby $t_1 = 40 \text{ min}$

S_s je směnnost pracoviště $S_s = 1$

$$P = \frac{n \cdot t_1}{60 \cdot S_s \cdot E_{se}} = \frac{1937 \cdot 40}{60 \cdot 1 \cdot 1495,44} = 0,86$$

Kapacitní využití ohraňovacího lisu η [3]

P_{th} je teoreticky vypočtený počet strojů $P_{th} = 0,86$

P_{sk} je skutečný počet strojů (zvolený) $P_{sk} = 1$

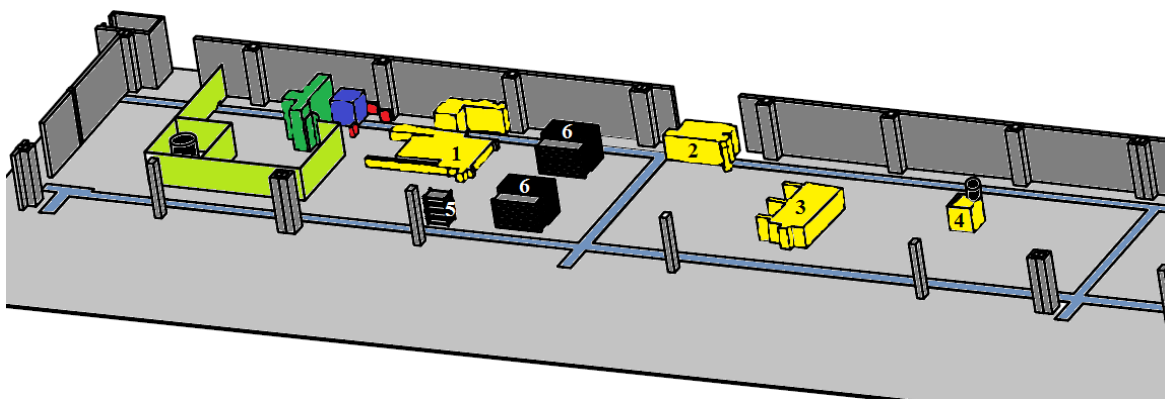
$$\eta = \frac{P_{th}}{P_{sk}}$$

$$\eta = \frac{P_{th}}{P_{sk}} \cdot 100 = \frac{0,86}{1} \cdot 100 = 86\%$$

Při počtu 1937 ks/rok dojde k úspoře normohodin ve výši: 807 N/hod.

$$U = \frac{1937 \cdot 25}{60} = 807 \text{ N / hod} \quad (4.3)$$

Cena jedné normo/hodiny je u tohoto pracoviště 450 Kč. Finanční úspora představuje částku ve výši 363 150 Kč/rok.



Obr. 26 3D Schéma varianty 2

Legenda

1 – Plazmové pálicí zařízení

2 – Ohraňovací lis

3 – Tabulové nůžky

4 – Srážekha hran

5 – Regál na výpalky

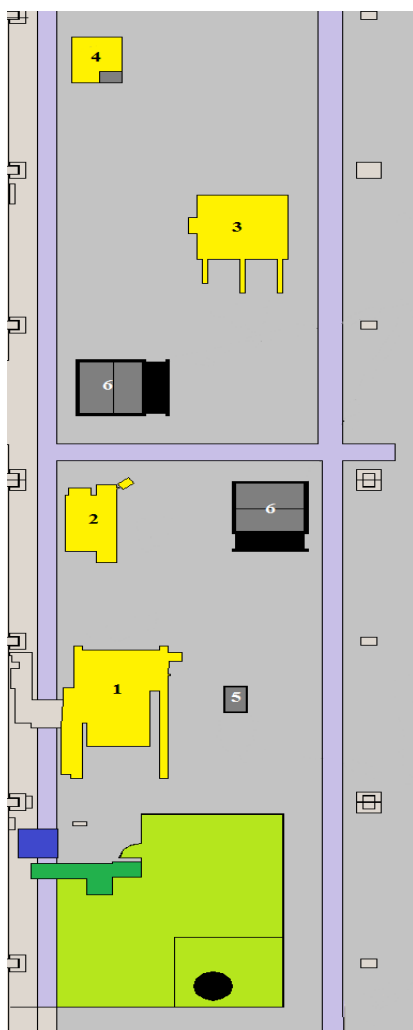
6 – Zásobníky na plech

4.1.3 Varianta 3

V tomto návrhu byly pořízeny, jako u předchozích variant dva výsuvné zásobníky na plechy. První výsuvný regál byl umístěn blízko plazmového pálicího zařízení a ohraňovacího lisu. Díky výsuvnému regálu se zamezí dlouhé a nebezpečné manipulaci a tím se zkrátí manipulační časy. Druhý výsuvný regál bude umístěn blízko tabulových nůžek.

Nůžky je třeba posunout a natočit o 90°. Dále bude pracoviště vybaveno regálem na výpalky. Tento regál bude situován hned vedle plazmového pálicího zařízení. Jak již bylo zmíněno výše, tento regál si je firma schopna vyrobit vlastními prostředky.

Stejně jako u variant 1 a 2, taky i v této variantě se pracoviště vybaví srážekhou hran. Úkosovací systém bude umístěn blízko tabulových nůžek u okna. Díky oknu bude na pracoviště srážekhy dopadat denní světlo a tím bude lépe osvětlená.



Obr. 27 Varianta 3

Legenda

Předmět	Číslo
Plazmové pálicí zařízení Omnicut 3100	1
Ohraňovací lis Gasparini PBS 135/3000	2
Tabulové nůžky hydraulické Gasparini CO 3004	3
Úkosovací systém UZ 20	4
Regál na výpalky	5
Zásobníky na plechy	6

Náklady

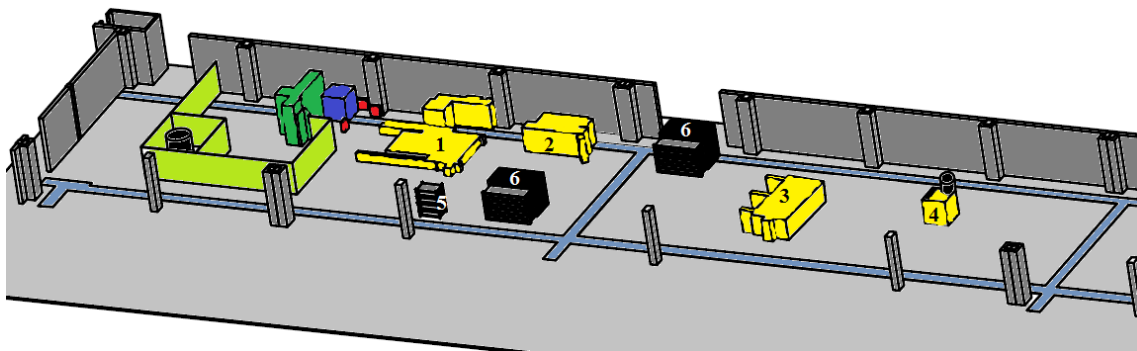
Náklady na tuto variantu jsou shodné s variantou č. 1

Celkové náklady činí Σ 630 000 Kč.

Časový snímek kapacitního využití pracoviště při této navrhované variantě je shodný s variantou č. 1.

Při počtu 1744 ks/rok dojde k úspoře normohodin ve výši: 581 N/hod.

Cena jedné normo/hodiny je u tohoto pracoviště 450Kč. Finanční úspora představuje částku ve výši 261 450 Kč/rok.



Obr. 28 3D Schéma varianty 3

Legenda

- | | |
|------------------------------|------------------------|
| 1 – Plazmové pálicí zařízení | 2 – Ohraňovací lis |
| 3 – Tabulové nůžky | 4 – Srážecí hran |
| 5 – Regál na výpalky | 6 – Zásobníky na plech |

4.1.4 Vytvoření evidence

Evidování plechů na pracovišti je další z mnoha problémů. Níže jsou popsány metody evidování plechů na pracovišti.

Označení plechů barvou nebo křídou

Některé plechy (nerezavé), lze popsat lihovým barevným fixem nebo bílou křídou. Pracovník si potom snadněji vyhledá plech, který zrovna potřebuje. Plechy se budou zakládat podle rozměrů a jakosti.

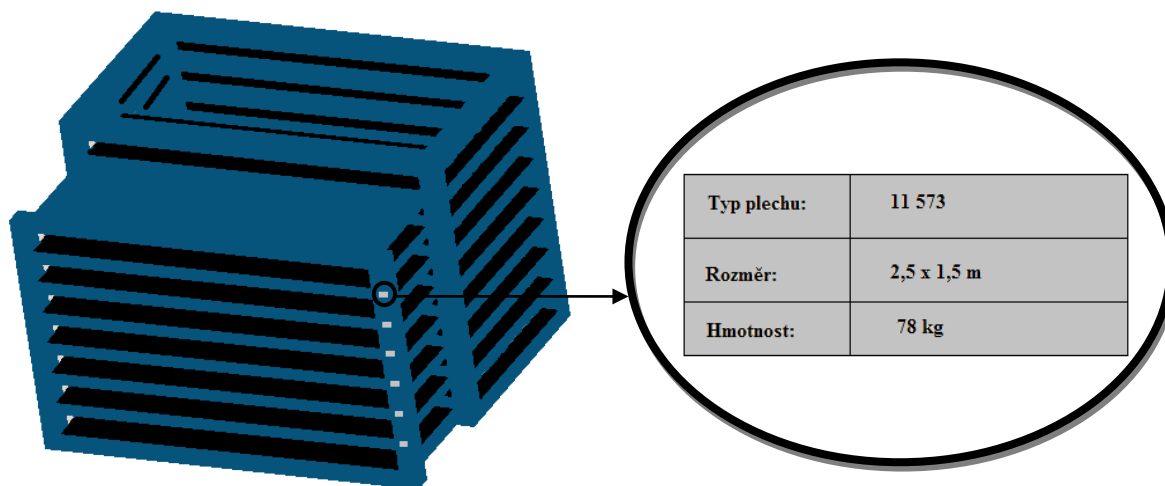
Takto vedená evidence má výhody, jako rychlé a jednoduché označení. Také to je velmi levné. Nevýhodou je velké množství evidenčních listů.

Označení plechů čárovými kódy

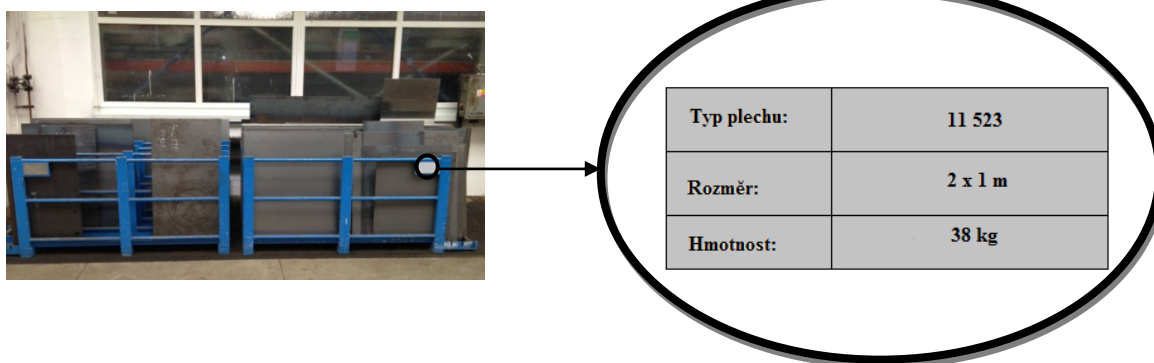
Všechny plechy, i ty rezavé mohou být evidovány pomocí čárových kódů. Plechy se evidují nalepením štítku s čárovým kódem. Každý plech se označí zvlášť. Pracovník si pomocí čtecího zařízení vyhledá kód, a tím plech, který potřebuje.

Tato evidence je přehlednější a velice jednoduchá. Kód je možno nalepit na jakýkoliv plech nebo díl. Další výhodou je rychlé vyhledání. Samozřejmě, že tato metoda vedení evidence je dražší oproti prvnímu zmíněnému způsobu. Také pořízení snímačů a tisk kódů je dražší než u popisování křídou nebo fixou.

Pro firmu PARS NOVA a.s. se mi zdá lepší vést evidenci pomocí křídových popisků. S tím, že jednotlivé části regálů budou označeny štítky s danou jakostí a maximálním rozměrem plechu. Na obrázku 29. a 30. je proveden návrh značení stávajících a nově pořízených regálů štítkem. Štítek bude obsahovat informace o ukládaném materiálu.



Obr. 29 Návrh řešení značení regálů



Obr. 30 Návrh řešení značení regálů

Regály označené tímto způsobem umožní rychlý přehled a organizaci na celém pracovišti. Pořízení štítků usnadní pracovníkům práci při hledání potřebného materiálu a díky tomu dojde ke snížení přípravných časů.

5 ZHODNOCENÍ PRÁCE A PŘÍNOS DO PRAXE

Při zpracování bakalářské práce byly použity interní podnikové údaje. Použity byly technologické postupy vybraných výrobků a kapacitní parametry strojů. Při zpracovávání údajů a při navrhování jednotlivých variant, bylo potřebné spolupracovat a konzultovat některé kroky se zaměstnanci firmy, konkrétně s pracovníky na pálicím pracovišti s mistrem, technologem a samozřejmě s hlavním ekonomem.

Pro zpracování analýzy současného stavu bylo nutné zpracovat tabulky materiálového toku a tabulky postupových schémat vybraných výrobků. Do tabulek se zaznamenávalo odkud – kam se vybraný výrobek přesune, za jak dlouho a jak často.

Dalším krokem bylo zpracování Sankeyových diagramů pro vybrané výrobky, které vychází z trojúhelníkové sítě pro návrh nových dispozic.

Díky informacím poskytnutých z předchozích kroků byly navrženy tři varianty. Ve všech variantách je pálicí pracoviště uspořádáno tak, aby byly materiálové toky co nejkratší a zamezilo se nepřehlednému skladování materiálu na celém pracovišti a zlepšila se celková bezpečnost práce.

Všechny navrhované varianty jsou využitelné v praxi, jelikož šlo o řešení aktuálního problému, který chtěla firma vyřešit. Výběr vhodnější varianty záleží na financích, které by chtěl podnik poskytnout na realizaci projektu a úspory pracnosti.

Tab. 1 Zhodnocení

	Investice Kč	Úspora Kč/rok
Varianta 1	630 000,-	261 450,-
Varianta 2	635 000,-	363 150,-
Varianta 3	630 000,-	261 450,-

Navrhované varianty 1 a 3 mají stejné náklady a podle mě jsou vhodnými variantami pro společnost PARS NOVA a.s. Varianta 2 je dražší a to proto, že je manipulováno s jedním strojem navíc.

Podnik bude volit mezi variantami 1 a 3 a to z důvodu, že potřebuje nižší náklady na manipulaci se stroji a celkovou úpravu pracoviště.

Dle mého názoru je nejvhodnější varianta 2 a to z důvodu nejvyšších úspor pracnosti vzhledem k vynaloženým investičním prostředkům

Závěr

Cílem bakalářské práce bylo navržení nového uspořádání strojů na pálicím pracovišti a zlepšení skladování materiálu na tomto pracovišti. Těmito navrhovanými variantami bude zabezpečena výroba dílů kolejových vozidel i v případě nárůstu počtu oprav kolejových vozidel.

V první kapitole jsem stručně uvedl teoretické poznatky řešené problematiky, které byly potřebné pro řešení daného problému.

Druhá kapitola stručně popisuje současný stav a to z hlediska firmy a dále konkrétní stav řešeného pracoviště.

V třetí kapitole jsem shromažďoval informace nutné pro následné řešení. Byly vyhodnoceny tabulky materiálového toku tří vybraných výrobních představitelů a tabulky postupových schémat.

Ve čtvrté kapitole se už práce zabývá konkrétním dispozičním řešením rozložení strojů a meziskladu plechů.

V poslední kapitole jsem provedl zhodnocení navržených variant a doporučil jsem tu, která se mi zdá nejvýhodnější.

V závěru bych chtěl konstatovat, že stanovených cílů bylo dosaženo. Díky navrženým variantám je firma PARS NOVA a.s. schopna zvýšit produktivitu a efektivnost na pálicím pracovišti.

Použité zdroje

[1] HLAVENKA, Bohumil. *Projektování výrobních systémů: Technologické projekty I.* Vydání třetí. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2005. 197 s. ISBN 80-214-2871-6.

[2] MUTHER R.: Systematické projektování (SLP), SNTL, Praha, 1970.

[3] SMETANA, Jiří. *Projektování technologických pracovišť.* 1. vyd. Ostrava: Ostravské tiskárny, 1990. 195 s. ISBN 80-7078-033-9.

[4] PARS NOVA a.s.: Certifikáty. *PARS NOVA a.s.: Certifikáty* [online]. 2011. vyd. 2011 [cit. 2013-05-06]. Dostupné z: <http://www.parsnova.cz/o-spolecnosti/certifikaty>

[5] MGM Tábor: Pálicí stroje. *MGM Tábor: Pálicí stroje* [online]. 2005. vyd. 2005 [cit. 2013-05-06]. Dostupné z: http://www.mgm-tabor.eu/omnicut_3100_cz.php

[6] Regaly-sklady.cz: Konzolové stromečkové regály. *Regaly-sklady.cz: Konzolové stromečkové regály* [online]. 2008. vyd. 2008 [cit. 2013-05-06]. Dostupné z: http://www.regaly-sklady.cz/index.php?stred=produkt_detail&id=11&foto=foto&fotoid=galerie/11

[7] Svarecky-obchod.cz: Manipulační technika. *Svarecky-obchod.cz: Manipulační technika* [online]. 2008. vyd. 2008 [cit. 2013-05-06]. Dostupné z: <http://www.svarecky-obchod.cz/dilenske-vybaveni/manipulacni-technika/paletovaci-voziky/2311-nuzkovy-zvedaci-stul-fht-500.htm>

Seznam obrázků

Obr. 1 Technologické uspořádání pracovišť	12
Obr. 2 Předmětné uspořádání	12
Obr. 3 Sídlo společnosti	15
Obr. 4 Boxové stání, hala H1	16
Obr. 5 Logo firmy PARS NOVA a.s.	16
Obr. 6 Certifikáty ISO 9001 a ISO 14001	17
Obr. 7 NC pálicí stroj OMNICUT 3100	18
Obr. 8 Ohraňovací lis Gasparini PBS 135	19
Obr. 9 Tabulové nůžky Gasparini CO 3004	19
Obr. 10 3D Schéma současného rozložení strojů a mezisklad plechů	20
Obr. 11 Současný stav rozložení strojů a mezisklad plechů	21
Obr. 12 Současný stav skladování plechů	22
Obr. 13 Současné skladování plechů větších rozměrů (mimo pracoviště)	23
Obr. 14 Manipulace s materiálem pomocí přísavek a mostového jeřábu	24
Obr. 15 Mostový jeřáb	24
Obr. 16 Bedna na zmetkové výpalky	25
Obr. 17 Úkosovací systém UZ 20	29
Obr. 18 Šuplíkový regál	30
Obr. 19 Konzolový regál	30
Obr. 20 Současné uložení hotových výrobků na pracovišti	31
Obr. 21 Nový regál na hotové výrobky	32
Obr. 22 Nůžkový zvedací stůl	32
Obr. 23 Varianta 1	34
Obr. 24 3D Schéma varianty 1	37
Obr. 25 Varianta 2	38
Obr. 26 3D Schéma varianty 2	41
Obr. 27 Varianta 3	42
Obr. 28 3D Schéma varianty 3	43
Obr. 29 Návrh řešení značení regálů	44
Obr. 30 Návrh řešení značení regálů	44

Seznam tabulek

Tab. 1 Zhodnocení	45
-------------------------	----

Seznam příloh

Příloha A: Tabulky výrobního toku (pojistný plech, konzola obložení bočnic, díl konzoly)

Příloha B: Tabulky výrobního toku (pojistný plech, konzola obložení bočnic, díl konzoly)

Příloha C: Příklad výpočtu úspory

Příloha D: Varianta 1 – Sankeyovy diagramy (pojistný plech, konzola obložení bočnic, díl konzoly)

Příloha E: Varianta 2 – Sankeyovy diagramy (pojistný plech, konzola obložení bočnic, díl konzoly)

Příloha F: Varianta 3 – Sankeyovy diagramy (pojistný plech, konzola obložení bočnic, díl konzoly)

Poděkování

Na tomto místě bych chtěl poděkovat své vedoucí Ing. Vladimíře Schindlerové z VŠB-TU v Ostravě za vedení, podporu a poskytování důležitých rad při zpracování bakalářské práce. Dále firmě PARS NOVA a.s. za spolupráci a poskytnuté informace.